

**АМШОКОВА Альбина Хасмановна**

**МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ МАЛОЙ ЛЕСНОЙ МЫШИ  
(*SYLVAEMUS URALENSIS* PALL., 1811) В ПРИРОДНЫХ  
И ТЕХНОГЕННЫХ УСЛОВИЯХ НА ЦЕНТРАЛЬНОМ КАВКАЗЕ**

03.00.16 – экология

**Автореферат**

диссертации на соискание учёной степени  
кандидата биологических наук

Екатеринбург – 2009

Работа выполнена в Учреждении Российской академии наук  
Институте экологии горных территорий КБНЦ РАН

**Научный руководитель:** доктор биологических наук, профессор,  
член-корреспондент РАН  
**Темботова Фатимат Асланбиевна**

**Официальные оппоненты:** доктор биологических наук, профессор  
**Васильев Алексей Геннадьевич**  
  
кандидат биологических наук  
**Киселева Наталья Владимировна**

**Ведущая организация:** ГОУ ВПО «Уральский государственный  
педагогический университет»

Защита состоится «24» ноября 2009 г. в 11:00 часов на заседании диссертационного совета Д 004.005.01 при Институте экологии растений и животных УрО РАН по адресу: 620144, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта, 202, тел./факс: (343) 260-82-56; адрес сайта Института: <http://www.ipae.uran.ru>, e-mail: [dissovet@ipae.uran.ru](mailto:dissovet@ipae.uran.ru)

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Института экологии растений и животных УрО РАН

Автореферат разослан «23» октября 2009 г.

НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА КГУ



0000643363

Ученый секретарь  
диссертационного совета  
кандидат биологических наук

A handwritten signature in dark ink, appearing to read 'Золотарева'.

Золотарева Н.В.

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность исследования.** В настоящее время, когда все компоненты биоты подвергаются влиянию различных химических загрязнителей, одной из важнейших проблем экологии является постоянное слежение за живыми организмами с целью оценки их адаптивной реакции на то или иное загрязнение окружающей среды (Ильенко, 1974; Захаров, Кларк, 1993; Васильев, 2005). Это особенно необходимо на территориях, где человек оказывает сильное давление на природу, примером могут служить территории загрязненные выбросами промышленных предприятий. На территории Кабардино-Балкарской Республики имеются крупные месторождения Мо и W и предприятия по их добыче и переработке – Тырнауский вольфрамомолибденовый комбинат (ТВМК) и Нальчикский гидро-металлургический завод (НГМЗ), представляющие собой очаги с повышенным содержанием тяжелых металлов в среде. В связи с этим необходимость изучения влияния техногенного загрязнения на все компоненты биоты, включая, в том числе мелких млекопитающих, очевидна.

Будучи обитателями поверхностных и приповерхностных слоев почвы или другого субстрата, где в первую очередь накапливаются следствия тех или иных внешних воздействий, эти животные первыми вступают в контакт с ними и реагируют на происходящие изменения среды. Высокая численность, оседлость, простота в проведении исследования позволяют отслеживать их реакцию уже на самых первых этапах изменения среды (Бердюгин, Кузнецова, 2005).

На Центральном Кавказе и, на Кавказе в целом, большинство работ по изучению влияния факторов техногенной природы на мелких млекопитающих выполнены на морфофизиологических, в том числе гематологических показателях (Басель и др., 1989; Темботова Э. Ж. и др., 1990, 2004; Адаптивные особенности..., 2002) кроме того, изучены особенности накопления тяжелых металлов в организме малой лесной мыши (Мелкие млекопитающие ..., 2001; О содержании тяжелых ..., 2003; Гедгафова и др., 2004, 2007а, 2007б; Улигова и др., 2008). Ограниченное число работ посвященных как фенетическому, так и морфометрическому анализу мелких млекопитающих (Иванов, 1974; Хатухов и др., 1978; Большаков и др., 1987;

Темботова, Кононенко, 1992; Водяная полевка..., 2001; Инарокова и др., 2004) делает очевидным необходимость проведения исследований на данной территории.

**Цель исследования:** изучить влияние техногенного загрязнения на изменчивость морфологических признаков малой лесной мыши в условиях Центрального Кавказа.

**Задачи исследования:**

1. Исследовать изменчивость неметрических и метрических признаков черепа малой лесной мыши в природных условиях с учетом высотного градиента на Центральном Кавказе.

2. Изучить изменчивость неметрических и метрических признаков черепа малой лесной мыши в техногенных условиях Центрального Кавказа с учетом высоты местности.

3. Провести сравнительный анализ изменчивости неметрических и метрических признаков черепа малой лесной мыши в предгорных и среднегорных техногенно нарушенных ландшафтах.

**Новизна работы.** Впервые, для обитающей на территории Центрального Кавказа малой лесной мыши, разработан каталог 36 фенотипических признаков черепа. Изучена фенетическая изменчивость черепа малой лесной мыши в условиях высотной и ландшафтной неоднородности гор Кавказа. Получены оригинальные данные по изменчивости морфометрических признаков изучаемого вида в связи с высотным градиентом. Впервые на обширном материале проведено сравнительное исследование морфометрических и фенетических характеристик черепа малой лесной мыши в техногенных и природных условиях Центрального Кавказа.

**Практическая значимость.** Изучение изменчивости малой лесной мыши, как модельного вида – существенный вклад в решение проблем адаптации животных к техногенно нарушенным условиям гор Центрального Кавказа. Полученные результаты важны как для решения задач охраны окружающей среды, так и для разработки срочных мероприятий по сохранению биогеоценозов и могут быть использованы в практике мониторинговых исследований. Также возможно применение полученных результатов и при освоении техногенных биогеохимических провинций, загрязненных тяжелыми металлами.



### **Основные положения, выносимые на защиту:**

1. Уровень дифференциации природных выборок малой лесной мыши, происходящих с разных высот Центрального Кавказа, определяется не только высотой местности, но и наличием ландшафтно-экологических барьеров (горные хребты, реки, ущелья) изолирующих выборки и усиливающих уровень дифференциации между ними.

2. Реакция на действие географического фактора у предгорных и среднегорных животных при сравнении выборок по морфометрическим показателям черепа различна.

3. В предгорных и среднегорных техногенно нарушенных ландшафтах закономерности изменчивости неметрических и морфометрических показателей черепа малой лесной мыши отличаются.

**Апробация работы.** Основные результаты исследований доложены и обсуждены на международных конференциях: «Млекопитающие горных территории» (Нальчик, 2005, 2007), «Горные экосистемы и их компоненты» (Нальчик, 2009).

**Публикации.** По теме диссертации опубликовано 7 работ, из них 1 в журнале, рекомендованном ВАК РФ.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация изложена на 169 страницах и состоит из введения, 6 глав, заключения, выводов, списка литературы, включающего 199 источников, в том числе 29 – на иностранных языках. Работа содержит 34 таблицы и 10 рисунков.

**Благодарности.** Выражаю искреннюю благодарность научному руководителю Темботовой Фатимат Асланбиевне; учителям, коллегам и друзьям, всем участникам совместных экспедиций и всем, кто способствовал выполнению данной работы.

## **ГЛАВА 1. СОВРЕМЕННЫЕ ФЕНЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МЛЕКОПИТАЮЩИХ**

В главе приводятся результаты фенетических исследований, как крупных, так и мелких млекопитающих (Яблоков, 1966; Берри и др., 1963; Ищенко, 1971; Ларина, 1974; Башенина, 1977; Васильев, 1982, 1984, 2005; Большаков и др., 1987; Захаров,

1987; Васильев и др., 1992, 1996; Темботова Ф.А., 1997, 1999; Водяная полевка, 2001; Поздняков, 2003; Войта, 2004, 2006 и т.д.). Показана перспективность использования фенетического подхода для решения вопросов систематики, популяционной биологии, оценки уровня дифференциации популяции и т.д.

## **ГЛАВА 2. ТАКСОНОМИЧЕСКОЕ ПОЛОЖЕНИЕ ЛЕСНЫХ МЫШЕЙ РОДА *APODEMUS* СЕВЕРНОГО МАКРОСКЛОНА ЦЕНТРАЛЬНОГО КАВКАЗА**

Рассматриваются работы авторов (Свириденко, 1936; Аргиропуло, 1940, 1946, Иофф, 1948; Ларина, 1958; Темботов, 1971; Шидловский, 1976; Межжерин, Загороднюк, 1989; Генетическая дифференциация ..., 1989; Систематика лесных ..., 1992; Громов, Ербаева, 1995; Хромосомные диагнозы..., 1996; Сравнительный анализ ..., 2004; Челомина, Сузуки, 2006) посвященные анализу систематического положения лесных мышей рода *Apodemus* на Кавказе. Как показал анализ литературных источников вопрос, касающийся систематики лесных мышей остается спорным и требует дальнейших исследований. В диссертационной работе мы придерживаемся, точки зрения Н. Н. Воронцова с соавторами (1989), согласно которой на Кавказе обитает не менее пяти видов лесных мышей – *A. (S.) ponticus*, *A. (S.) fulvipectus*, *A. (S.) uralensis*, *A. (S.) hyrcanicus* и *A. (S.) mystacinus*. По данным этих же авторов из перечисленных видов на территории Кабардино-Балкарской Республики обитает только один вид *A. (S.) uralensis*.

## **ГЛАВА 3. КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЯ**

Северный макросклон Центрального Кавказа расположен в центральной части Главного Кавказского хребта и охватывает всю северную часть Большого Кавказа – пространство между горными массивами Эльбруса и Казбека на юго-западе и до предкавказских степей – на северо-востоке (Моламусов, 1967).

В данной главе приводится краткая характеристика местообитаний исследованных территорий.

## ГЛАВА 4. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объект исследования – малая лесная мышь *A. (Sylvvaemus) uralensis*, вид относится к широко распространенным и многочисленным на Северном Кавказе.

В основу работы положены как музейные экземпляры, хранящиеся в коллекционном фонде Института экологии горных территории КБНЦ РАН, так и экземпляры малой лесной мыши собранные автором в последние годы во время экспедиций на Центральном Кавказе. Для проведения фенетического и морфометрического анализа изучено шесть выборок две из которых – импактные, первая происходит из окрестностей п. Былым (хвостохранилище Тырнаузского вольфрамо-молибденового комбината – 1200 м над ур. м.), вторая из окрестностей Нальчикского гидро-металлургического завода (500 м над ур. м.) и четыре контрольных – окрестности п. Эльбрус (1800 м над ур. м.), п. Гунделен (1200 м над ур. м.), п. Джанал (950 м над ур. м.) и п. Белая Речка (700 м над ур. м.).

Общий объем материала составил 425 экз. черепов малой лесной мыши. Относительный возраст животных определяли по степени стертости коренных зубов. При проведении фенетического анализа (выделении, описании фен, обработке результатов) использовали методы фенетики, разработанные и предложенные А. Г. Васильевым (1995, 2005). Фенетический анализ проводили по 36 неметрическим признакам черепа, характеризующим мелкие вариации в его строении (дополнительные отверстия для кровеносных сосудов нервов, костные аберрации и др.).

Для анализа морфометрической изменчивости черепа использованы 14 краниометрических признаков.

В ходе работы использовали пакеты прикладных программ: Statistica 7.0 и Phen 3.0 (Васильев, 1995).

## ГЛАВА 5. МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ЧЕРЕПА МАЛОЙ ЛЕСНОЙ МЫШИ В ПРИРОДНЫХ УСЛОВИЯХ НА ЦЕНТРАЛЬНОМ КАВКАЗЕ

**5.1 Изменчивость краниометрических признаков малой лесной мыши с учетом высотного градиента на Центральном Кавказе**

Влияние высотного фактора на изменчивость краниометрических признаков малой лесной мыши изучали путем сравнения четырех выборок с двух высотных уровней 1) среднегорий – п. Эльбрус (1800 м над ур. м.) и п. Гунделен (1200 м над ур. м.); 2) предгорий – п. Джанал (950 м над ур. м.), п. Белая Речка (700 м над ур. м.).

Выборкам даны условные рабочие названия, соответствующие месту их сбора – эльбрусская, гунделенская, дженальская, белореченская.

Результаты краниометрического сравнения выборок происходящих с разных высотных уровней Центрального Кавказа показали, что половые различия в большей степени выражены у животных с наибольшей высоты местности, причем достоверно по 6 признакам самцы крупнее самок. В гунделенской выборке различия между полами не выражены, но по большей части признаков, хотя и недостоверно самцы также крупнее самок. Слабо выраженный половой диморфизм отмечается в выборках из предгорья (дженальская и белореченская).

Результаты сравнения эльбрусской выборки с гунделенской и дженальской показали, что наиболее крупными размерами черепа обладают самцы с большей высоты местности. Самки эльбрусской выборки также оказываются крупнее таковых из окрестностей Гунделена по 11 признакам, из них достоверно по трем – кондиллобазальной длине, длине мозговой части и межглазничной ширине. Процент дискриминации составил 90% у самцов и 82,9% у самок. Несколько иная картина наблюдается при сравнении эльбруских и дженальских самок, хотя и незначимо, но самки дженальской выборки по большинству признаков (9 из 14) крупнее таковых эльбрусской выборки. Достоверные различия выявлены только по – межглазничной ширине и высоте нижней челюсти, причем по первому признаку крупнее эльбруские, а по второму дженальские самки. Дискриминация между выборками выявлена по двум признакам. Процент дискриминации очень высокий и составил около 90%.

При сравнении животных эльбрусской и белореченской выборок получены результаты полностью противоположны приведенным выше. Как самцы, так и самки предгорных экосистем оказываются крупнее таковых из среднегорий по всем значимо различающим признакам, за исключением кондиллобазальной длины. Дискриминантный анализ показал, что качество различения особей у самцов и

самок очень высокое (более 94%). Сходная картина отмечается во всех вариантах сравнения животных из Белой Речки со всеми остальными выборками.

На рисунках 1 и 2 показано распределение самцов и самок в пространстве первых двух канонических осей, полученное в ходе дискриминантного анализа.

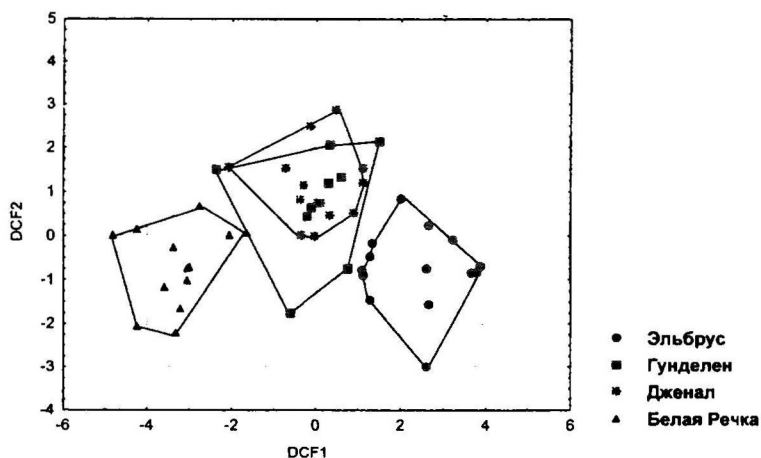


Рисунок 1 – Результаты дискриминантного анализа выборок самцов *A. (Sylvaemus) uralensis* разных высотных уровней (DCF1- DCF2 дискриминантные канонические переменные)

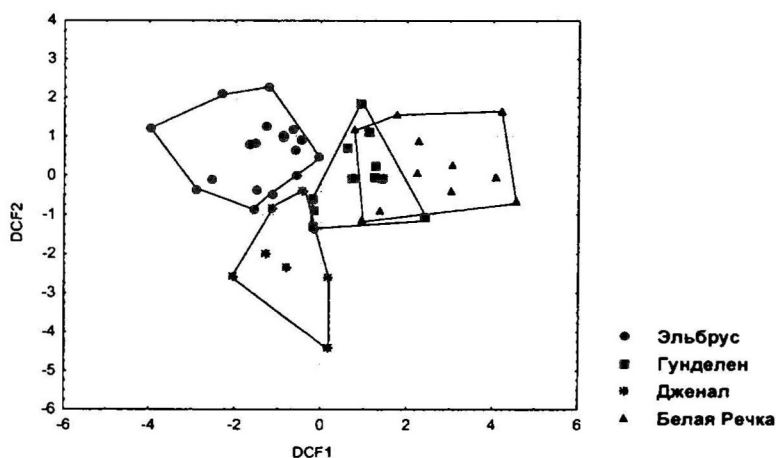


Рисунок 2 – Результаты дискриминантного анализа выборок самок *A. (Sylvaemus) uralensis* разных высотных уровней

У самцов наиболее обособленное положение занимают эльбрусские и белореченские выборки. Наиболее сходными оказываются гунделенская и дженальская выборки, располагающиеся на минимальном высотном удалении друг от друга (250 м).

У самок изменчивость исследуемых выборок слабо перекрывается, причем в большей степени сходными оказываются гунделенская и белореченская выборки. В некоторой степени обособленны от всех сравниваемых выборок эльбрусская и дженальская выборки.

## **5.2 Изменчивость неметрических признаков черепа малой лесной мыши с учетом высотного градиента на Центральном Кавказе**

Половые различия по неметрическим признакам черепа в большей степени проявляются у животных происходящих с наименьшей высоты местности (п. Дженал и п. Белая Речка). В условиях наибольших высот (п. Эльбрус, п. Гунделен) различия между полами оказываются недостоверными.

Межгрупповое сравнение исследуемых выборок выявило различия не только по частоте встречаемости отдельных признаков, но и по специфически отсутствующим признакам. Животные эльбрусской выборки характеризуются высокой частотой встречаемости 7 признака (отсутствие окна на сосцевидной кости) по которому, особи обоего пола достоверно отличаются от гунделенской, дженальской и белореченской выборок. Данный признак можно отнести к специфическому. Он не встречен у самок всех остальных выборок и у самцов предгорий (Дженал, Белая Речка). Самки эльбрусской выборки помимо отмеченного признака отличаются от других выборок частотой встречаемости 4 и 23 признаков. В свою очередь выборки гунделенская, дженальская и белореченская достоверно отличаются от эльбрусской по встречаемости 36-ого признака (наличие более трех отверстий на "теле" нижней челюсти). Отмеченное справедливо как для самцов, так и самок. Обращает на себя внимание наличие полного набора изученных признаков в эльбрусской выборке, тогда как в других выборках наблюдается отсутствие некоторых фенотипов (Амшкова, Темботова, 2009).

Фенетическая дистанция, полученная при межгрупповом сравнении самцов исследуемых выборок оказалась статистически значимой во всех вариантах попарного сравнения. При этом эльбрусская выборка в меньшей степени отличается от гунделенской  $MMD = 0,062 \pm 0,008$  и в большей от дженальской  $0,169 \pm 0,006$  и белореченской  $0,145 \pm 0,008$  (табл. 1). Средняя фенетическая дистанция между самцами гунделенской и дженальской выборок составила  $0,103 \pm 0,010$ , а гунделенской и белореченской  $0,062 \pm 0,012$ .

Несколько ниже фенетическая дистанция  $0,047 \pm 0,010$  полученная между самцами п. Дженал и п. Белая Речка. Результаты, полученные при сравнении самок несколько отличны от приведенных для самцов, из шести попарных сравнений в двух случаях различия оказались недостоверными (табл. 1). Минимальной и значимой ( $p < 0,05$ ) оказалась фенетическая дистанция между дженальской и белореченской ( $MMD = 0,032$ ) выборками, тогда как между самками из окрестностей п. Эльбрус и п. Гунделен почти в два раза выше, чем у самцов, что позволяет говорить о большей взаимной удаленности самок (Амшокова, Темботова, 2009). Сходная с самцами изменчивость у самок наблюдается при сравнении эльбрусской выборки с дженальской и белореченской.

Таблица 1 – Фенетические MMD-дистанции (верхняя треугольная матрица), среднее стандартное отклонение – MSD (нижняя треугольная матрица) и средняя уникальность (MMU) сравниваемых выборок малой лесной мыши на Центральном Кавказе

выборка	п. Эльбрус 1800 м над ур. м.		п. Гунделен 1200 м над ур. м.		п. Дженал 950 м над ур. м.		п. Белая Речка 700 м над ур. м.		MMU
	1 (♂♂)	2 (♀♀)	3 (♂♂)	4 (♀♀)	5 (♂♂)	6 (♀♀)	7 (♂♂)	8 (♀♀)	
1		0,003*	0,062	0,116	0,169	0,165	0,145	0,117	0,111
2	0,004		0,068	0,121	0,144	0,147	0,124	0,108	0,102
3	0,008	0,009		0,003*	0,103	0,037	0,062	0,053	0,042
4	0,008	0,008	0,013		0,060	0,003*	0,023	0,020*	0,049
5	0,006	0,006	0,010	0,010		0,046	0,047	0,088	0,080
6	0,011	0,011	0,016	0,015	0,013		0,019*	0,032	0,064
7	0,008	0,008	0,012	0,012	0,010	0,015		0,034	0,065
8	0,009	0,009	0,014	0,013	0,011	0,016	0,013		0,065

Примечание \* – различия статистически недостоверны

При сравнении выборок по индексу флуктуирующей асимметрии (FAnm) наибольшие величины выявлены у животных эльбрусской выборки, с максимальной высоты местности. Отмеченное явление касается как самцов, так и самок.

## **ГЛАВА 6. ВЛИЯНИЕ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА ИЗМЕНЧИВОСТЬ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ МАЛОЙ ЛЕСНОЙ МЫШИ ЦЕНТРАЛЬНОГО КАВКАЗА**

### **6.1 Влияние техногенного загрязнения на изменчивость краниометрических признаков *A. (Sylvaemus) uralensis* в предгорьях Центрального Кавказа**

Сравнение контрольных (п. Белая речка) и импактных (НГМЗ) выборок в условиях предгорий показало, что различия между полами выражены только в контрольной выборке и только по двум признакам – длине лицевой части и длине резцовых отверстий. Самцы, хотя и недостоверно крупнее самок по 9 признакам из 14. В отличие от контрольной в импактной выборке между полами не отмечено достоверных различий, по какому либо признаку, тем не менее, по половине признаков (7 из 14) самки недостоверно крупнее самцов.

Результаты сравнения, животных контрольной и импактной выборок показали, что как самцы, так и самки контрольной выборки характеризуются более крупными размерами черепа по сравнению с импактными.

### **6.2 Влияние техногенного загрязнения на изменчивость краниометрических признаков *A. (Sylvaemus) uralensis* в среднегорьях Центрального Кавказа**

Проведен сравнительный анализ импактной выборки (п. Былым, хвостохранилище ТВМК) и двух контрольных выборок (п. Гунделен и п. Эльбрус).

Влияние загрязнения отходами металлургического предприятия на краниометрические параметры изучены с учетом высоты местности. Выявлено, что половые различия в большей степени выражены в контрольной выборке с наибольшей высоты местности (п. Эльбрус, 1800 м над ур. м.). Подверженными половой изменчивости оказываются 8 признаков, из них по 6 самцы крупнее самок. В техногенных условиях (п. Былым, 1200 м над ур. м.) наблюдается



противоположная ситуация. Самцы и самки достоверно различаются только по трем признакам – предглазничной, скуловой ширине и высоте нижней челюсти, причем по большей части изученных признаков, в том числе по тем которым различия достоверны, самки крупнее самцов. Для контрольной выборки (п. Гунделен), происходящей с такой же высоты как импактная, характерно отсутствие полового диморфизма. Тем не менее, хотя и недостоверно самцы крупнее самок по 9 признакам из 14.

Сравнение самцов эльбрусской и былымской выборок, выявило достоверные различия по длине лицевой части, предглазничной и носовой ширине. Из приведенных, по первому признаку крупнее эльбрусские животные по остальным двум былымские. Самки былымской выборки также крупнее таковых эльбрусской по 8 краниометрическим параметрам. Аналогичное сравнение гунделенской и былымской выборок, происходящих с одного высотного уровня, выявило достоверные различия по 7 признакам из 14 у самцов и по 9 признакам у самок. Следует отметить, что по всем обозначенным признакам крупнее импактные животные обоих полов. Результаты дискриминантного анализа, также указывают на большее различие самок (процент дискриминации – 86,2%), нежели самцов (76,7%). При сравнении самцов двух контрольных выборок достоверные различия выявлены по 5 признакам. По всем достоверно различающим признакам эльбрусские самцы превосходят гунделенских. Самки эльбрусской выборки недостоверно крупнее таковых гунделенской по 11 признакам из 14. Достоверные различия выявлены по кондилобазальной длине, длине мозговой части, межглазничной ширине.

### **6.3 Сравнительный анализ изменчивости краниометрических признаков малой лесной мыши в предгорных и среднегорных экосистемах**

Сравнение проведено между четырьмя выборками: две из предгорий – контрольная (п. Белая Речка) и импактная (НГМЗ) и две в среднегорье – контрольная (п. Гунделен), импактная (п. Былым).

Как и было показано в предыдущих главах выраженность полового диморфизма в среднегорных и предгорных природных экосистемах практически сходна. Так, в условиях среднегорий половой диморфизм не выявлен ни по одному из рассматриваемых признаков, а в предгорьях различия между полами выражены

только по двум признакам. При этом, как в предгорных, так и среднегорных экосистемах хотя и недостоверно, но самцы крупнее самок по 9 признакам из 14. Несколько отлична половая изменчивость в техногенно нарушенных экосистемах. В отличие от контрольных выборок в загрязненных условиях самки крупнее самцов. Достоверные различия между полами в выборке, происходящей с наибольшей высоты местности, выражены по трем признакам – предглазничной, скуловой ширине и высоте нижней челюсти. Из них по первому признаку самцы превосходят самок, а по двум последним наблюдается противоположная картина. В отличие от среднегорий в предгорных экосистемах половой диморфизм в импактной выборке не выражен. Между полами не отмечено достоверных различий по какому либо признаку, тем не менее, по половине признаков (7 из 14) самки недостоверно крупнее самцов.

При сравнении контрольных и импактных самцов в условиях среднегорий выявлено, что самцы импактной выборки обладают более крупными размерами черепа по сравнению с контрольными. Сходная закономерность отмечается и у самок, но по большему числу признаков, чем у самцов. Так, по всем достоверно различающим импактную и контрольную выборки 9 признакам крупнее самки импактной территории. В предгорьях наблюдается противоположная картина, причем, отмеченное справедливо для особей обоего пола. Самцы контрольной выборки достоверно крупнее таковых импактной по 8 признакам из 9 достоверно различающих, а самки – по 4 из 6. Из полученного следует, что в условиях среднегорий различия между контрольными и импактными животными наиболее ярко выражены у самок, а в предгорьях у самцов.

На рисунках 3 и 4 показано рассевание ординат самцов и самок в пространстве первых двух канонических осей, полученное в ходе дискриминантного анализа на всей совокупности промеров. Из рисунков видно, что наиболее обособленное положение, как у самцов, так и самок занимает белореченская выборка. Изменчивость остальных трех выборок (НГМЗ, Гунделен, Былым) в разной степени, но перекрывается.

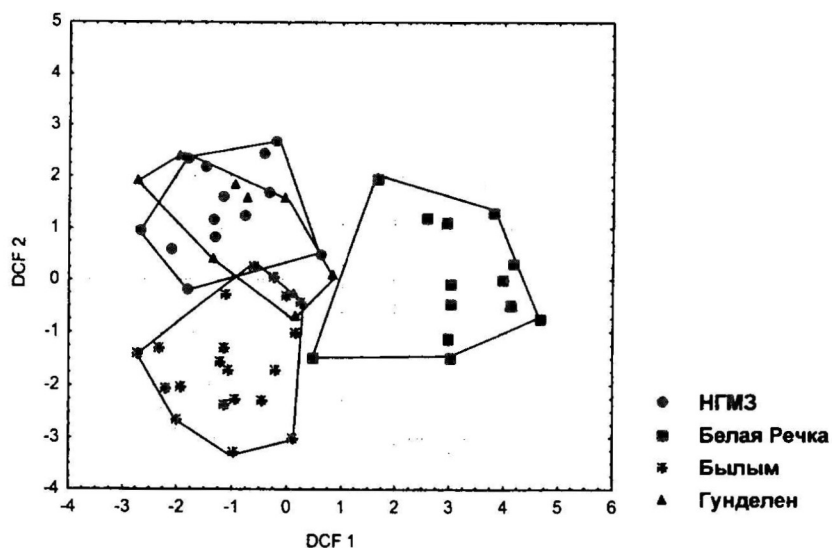


Рисунок 3 – Результаты дискриминантного анализа выборок самцов *A. (Sylvaemus) uralensis* из предгорных и среднегорных экосистем

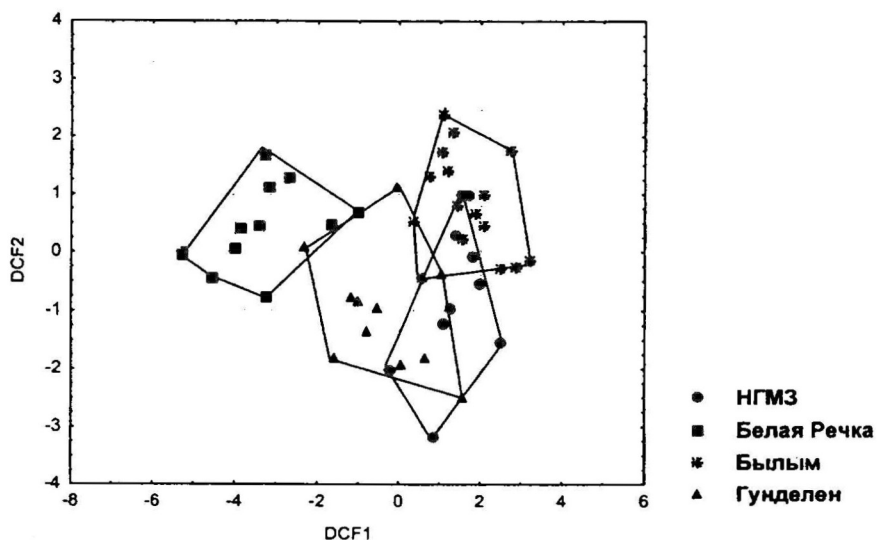


Рисунок 4 – Результаты дискриминантного анализа выборок самок *A. (Sylvaemus) uralensis* из предгорных и среднегорных экосистем

Также интересно отметить, что изменчивость контрольной выборки (п. Гунделен) перекрывается с изменчивостью импактных выборок. Возможно, сближению особей контрольной выборки по краниометрическим характеристикам с импактными способствуют более суровые условия существования в условиях среднегорий (повышенный уровень радиации, недостаток кислорода, продолжительность холодного периода года и т.д.).

#### **6.4 Влияние техногенного загрязнения на изменчивость проявления неметрических признаков черепа *A. (Sylvaemus) uralensis* в предгорьях Центрального Кавказа**

В предгорных экосистемах характер проявления полового диморфизма в контрольных и импактных выборках различен. Таковой в большей степени выражен в контрольной выборке, средняя фенетическая дистанция (MMD) между самцами и самками выявленная в контрольной выборке оказалась статистически достоверной и составила  $0,0339 \pm 0,0128$ . В импактной выборке, наоборот, различия недостоверны  $MMD = 0,0145 \pm 0,0120$ .

При попарном сравнении, как самцов, так и самок контрольных и импактных выборок все значения MMD оказались статистически значимыми. Фенетическая дистанция для самцов составила  $0,0406 \pm 0,0104$  ( $p < 0,01$ ), а для самок  $0,0451 \pm 0,0144$  ( $p < 0,01$ ). При сходном уровне значимости различия самки удалены друг от друга в несколько большей степени, чем самцы.

Сравнение выборок по индексу флуктуирующей асимметрии (ФА) выявило достоверные различия между полами только в импактной выборке  $N = 10,8$ ;  $N = 42$ ;  $p = 0,0010$ , причем уровень флуктуирующей асимметрии выше у самцов, чем самок. При попарном сравнении как самцов, так и самок контрольной и импактной выборок различия выявлены только между самцами  $N = 6,312$ ;  $N = 46$ ;  $p = 0,012$ .

#### **6.5 Изменчивость проявления неметрических признаков черепа *A. (Sylvaemus) uralensis* в условиях техногенного загрязнения в среднегорьях Центрального Кавказа**

При сравнении животных по полу в трех сравниваемых выборках (п. Эльбрус, п. Гунделен и п. Былым) оказалось, что половые различия по частоте встречаемости отдельных признаков наиболее ярко выражены в импактной выборке  $MMD = 0,0059$

$\pm 0,0033$ . Средняя фенетическая дистанция, выявленная в двух контрольных выборках при сравнении особей разного пола оказалась статистически недостоверной и составила в эльбрусской выборке  $0,0025 \pm 0,0039$ , а в гунделенской  $0,0032 \pm 0,0127$ .

Межгрупповые различия с учетом пола проявились во всех вариантах сравнения, как у самцов, так и самок. Так, при сравнении самцов максимальные значения  $MMD = 0,0620 \pm 0,0083$  обнаружены между контрольными выборками, располагающимися на высотном удалении друг от друга в 600 м.

Минимальные значения  $MMD = 0,0362 \pm 0,0037$  отмечены для самцов эльбрусской и импактной выборок. Между двумя выборками, располагающимися на одном высотном уровне, но в биотопах с разным уровнем антропогенной нагрузки отмечены также значения  $MMD$  близкие к максимальным  $0,0577 \pm 0,0082$ . Аналогичное сравнение самок также позволяет говорить о большей фенетической удаленности пары контрольных выборок  $MMD = 0,1210 \pm 0,0082$ , причем значения, полученные для самок, почти в два раза превышают таковые самцов. Самки импактной и контрольной (эльбрусской) выборок также находятся на большем феногенетическом отклонении друг от друга  $MMD = 0,0717 \pm 0,0037$  по сравнению с особями противоположного пола этих же выборок, а также и самки гунделенской и импактной выборок ( $MMD = 0,0481 \pm 0,0078$ ).

По индексу  $F_{st}$  достоверные различия между полами выявлены только в импактной выборке  $H = 3,916$ ;  $N = 144$ ;  $p = 0,047$ . При попарном сравнении самцов и самок контрольных и импактной выборок достоверные различия выявлены между самками импактной и контрольной (эльбрусской)  $H = 11,91$ ;  $N = 129$ ;  $p = 0,0006$ , а также самками двух контрольных выборок  $H = 7,41$ ;  $N = 76$ ;  $p = 0,007$ . У самцов не выявлено значимых различий во всех вариантах сравнения (Амшкова, 2009).

#### **6.6 Сравнительный анализ изменчивости проявления неметрических признаков черепа в загрязненных тяжелыми металлами предгорных и среднегорных экосистемах**

Выраженность полового диморфизма в среднегорных и предгорных экосистемах отличается. Различия между полами в условиях предгорий ярче выражены в контрольной выборке, чем в импактной, а в среднегорных экосистемах,

напротив, фенетические различия связанные с полом в большей степени проявляются в импактной выборке. При межгрупповом сравнении как самцов, так и самок контрольных и импактных выборок в условиях предгорий и среднегорий все значения MMD оказались статистически значимыми (табл. 2).

Таблица 2 – Фенетическое сравнение выборок из среднегорных и предгорных экосистем Центрального Кавказа загрязненных тяжелыми металлами

Выборки	Фенетическая дистанция (MMD $\pm$ MSD)
<b>Среднегорье (контроль-импактная)</b>	
п. Гунделен (♂♂) – п. Былым (♂♂)	0,0576 $\pm$ 0,0082
п. Гунделен (♀♀) – п. Былым (♀♀)	0,0482 $\pm$ 0,0078
<b>Предгорье (контроль-импактная)</b>	
Белая речка (♂♂) – НГМЗ (♂♂)	0,0406 $\pm$ 0,0104
Белая речка (♀♀) – НГМЗ (♀♀)	0,0451 $\pm$ 0,0144

Однако эти различия в большей степени выражены в выборке происходящей с наибольшей высоты местности. Так, в среднегорных экосистемах фенетическая дистанция для самцов составила 0,0576  $\pm$  0,0082 ( $p < 0.001$ ), а для самок 0,0482  $\pm$  0,0078 ( $p < 0.001$ ). При сходном уровне значимости различий самцы удалены друг от друга в большей степени, чем самки. В условиях предгорий наиболее фенетически удаленными друг от друга оказываются самки 0,0451  $\pm$  0,0144 (табл. 2). Несколько меньшая, но статистически достоверная величина получена и при сравнении самцов предгорья 0,0406  $\pm$  0,0104 (Амшкова, Темботова, 2009).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В разделе кратко обобщены результаты работы.

## ВЫВОДЫ

1. Изменчивость краниометрических признаков малой лесной мыши в природных условиях Центрального Кавказа имеет противоположный вектор на разных высотных уровнях. В условиях предгорья наиболее крупными размерами черепа обладают животные с наименьшей высоты местности, тогда как в среднегорьях наблюдается противоположная картина – с подъемом в горы значения краниометрических параметров возрастают.

2. Выявлены существенные фенетические различия между выборками малой лесной мыши, обитающими на разной высоте в условиях среднегорий и предгорий Центрального Кавказа. Установлено, что кроме высотного фактора существенный вклад в дифференциацию выборок вносят ландшафтно-экологические барьеры – хребты, ущелья, реки и т.д., изолирующие и усиливающие различия между популяциями.

3. В условиях предгорий Центрального Кавказа влияние загрязнения проявляется в уменьшении размеров черепа малой лесной мыши, а в среднегорье, напротив, сопровождается их увеличением.

4. Половой диморфизм малой лесной мыши в природных условиях на Центральном Кавказе выражен более значительно по метрическим признакам с подъемом в горы, тогда как по неметрическим, наоборот, с подъемом в горы сглаживается. В техногенных же условиях, выявлено обратное явление: половые различия по метрическим признакам с подъемом в горы сглаживаются, а различия по неметрическим признакам – усиливаются.

5. Выявленные различия по полу в импактных выборках, как из среднегорий, так и предгорий указывают на более высокую скорость роста самок по сравнению с самцами, что, возможно, является одним из механизмов выживания вида в условиях данного техногенного загрязнения в горах Центрального Кавказа.

6. Высота над уровнем моря и связанные с ней условия среды (высокая ультрафиолетовая радиация, низкое атмосферное давление, разреженность воздуха, недостаток тепла, резкие суточные и сезонные перепады температур и влажности и т.д.) оказывают сопоставимое с изученным типом загрязнения воздействие на малую лесную мышь на Центральном Кавказе.

7. В условиях среднегорий (более 1000 м над ур. м.) Центрального Кавказа действие техногенного загрязнения (отходами металлургического предприятия) на представителя одного из экологически наиболее пластичных видов грызунов с коротким жизненным циклом усиливается за счет интегрального действия естественных экологических факторов высокогорий. Показано, самцы малой лесной мыши более подвержены стрессирующему воздействию загрязнения на морфогенез животных, чем самки.

## **СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ:**

### **Статья, опубликованная в журнале, рекомендованном ВАК РФ**

1. Амшкова А. Х. Фенетический анализ краниологических признаков малой лесной мыши (*Sylvaemus uralensis* Pall.) в условиях загрязнения тяжелыми металлами в среднегорьях Центрального Кавказа / А. Х. Амшкова // Известия Самарского научного центра РАН. 2009. Т. 11. Ч. 1. С. 110–118.

### **Публикации в других изданиях**

2. Амшкова А. Х. Использование фенетического метода в изучении влияния техногенного загрязнения на генетическую структуру популяций млекопитающих / А. Х. Амшкова // Материалы V междунар. конф. Владикавказ, 2004. С. 454–455.
3. Амшкова А. Х. Фенетический анализ черепа малой лесной мыши (*Sylvaemus uralensis* Pall. 1811) в зоне влияния Тырнаузского вольфрамо-молибденового комбината / А. Х. Амшкова // Млекопитающие горных территорий: Материалы междунар. конф. М.: КМК. 2005. С. 8–14.
4. Амшкова А. Х. Изменчивость неметрических признаков черепа малой лесной мыши (*Sylvaemus uralensis* Pall.) в условиях техногенного загрязнения на Центральном Кавказе / А. Х. Амшкова // Млекопитающие горных территорий: Материалы междунар. конф. М.: КМК. 2007. С. 18–24.
5. Темботова Ф. А. Половозрастная изменчивость краниометрических признаков малой лесной мыши *Sylvaemus uralensis* Pall. (Muridae, Rodentia) в природных и техногенных условиях на Центральном Кавказе / Ф. А. Темботова, А. Х. Амшкова // Млекопитающие горных территорий: Материалы междунар. конф. М.: КМК. 2007. С. 308–314.
6. Амшкова А. Х. Изменчивость неметрических признаков черепа малой лесной мыши (Rodentia, Muridae) на Центральном Кавказе. Сообщение 1. Внутривидовая изменчивость в связи с градиентом высоты / А. Х. Амшкова, Ф. А., Темботова // Животный мир горных территорий. М.: КМК. 2009. С. 168–174.
7. Амшкова А. Х. Изменчивость неметрических признаков черепа малой лесной мыши (Rodentia, Muridae) на Центральном Кавказе. Сообщение 2. Изменчивость в техногенно нарушенных экосистемах / А. Х. Амшкова, Ф. А. Темботова // Животный мир горных территорий. М.: КМК. 2009. С. 175–180.





ЛР № 040940 от 04.02.1999г  
Подписано в печать 13.10.2009г.  
Формат бумаги 60х84 и доля листа 1/16  
Усл. п.л. 1.0 Тираж 120 экз. Заказ №22  
360000, г. Нальчик, ул. И. Арманд, 37 а  
тел. (8662) 42-65-42



